

# マルチフェロイック $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ 薄膜のスピ構造変化

## Observation of the Spin Structure Change in Multiferroic $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ Thin Films

川邊諒(東工大応セラ)

Ryo Kawabe (Tokyo Institute of Technology,.)

**【緒言】** 強誘電性と磁性を併せ持つマルチフェロイック物質は、省電力磁気メモリーデバイス応用への期待などから盛んに研究されている。 $\text{BiFeO}_3$ は代表的なマルチフェロイック物質であり、G型反強磁性秩序に重畳したサイクロイドスピ構造を持つ。このスピ構造は $\text{TbMnO}_3$ 等で報告されているもの<sup>[1]</sup>と同じであり、イオン変位による物に加えて、逆DM相互作用による電気分極が存在する。Feの一部をCoで置換した $\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$ は、低温ではサイクロイドスピ構造を持つが、120 K以上では $0.03 \mu_B/\text{f.u.}$ の弱強磁性成分を持つ、キャントしたコリニアなスピ構造へ転移することが、中性子線回折実験により発見された<sup>[2]</sup>。スピキャントは $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ の極性構造歪み由来であると考えられるため、電気分極の反転により磁化反転が起こると期待される。しかし、現在得られているバルク試料では、結晶粒界に生じるリーク電流の影響などにより電場の印加は困難であるため、単結晶又は薄膜試料の作製が求められる。

**【実験方法】** パルスレーザー堆積法を用いて $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$  ( $x = 0.10, 0.15, 0.20$ )エピタキシャル薄膜を作製し、その結晶構造と電気的および磁気的特性を調べた。 $\text{BiFeO}_3$ 薄膜のスピ構造は基板によるエピタキシャル歪みに大きな影響を受けることが知られていることから<sup>[3]</sup>、基板には、 $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ と格子ミスマッチの小さい $\text{DyScO}_3(110)$ 、 $\text{GdScO}_3(110)$ と、バルク試料と同様の菱面体晶構造が得られると期待できる $\text{SrTiO}_3(111)$ を用いた。結晶構造評価はX線回折(XRD)(リガク SmartLab)を用いて行った。磁気特性評価には超伝導量子干渉素子(SQUID)(Quantum Design MPMS)を用いた。また、 $^{57}\text{Fe}$ メスbauer一分光法を用いてスピ構造の同定を行った。

**【結果と考察】** Figure 1に $\text{GdScO}_3$ 基板、及び $\text{SrRuO}_3/\text{DyScO}_3$ 基板に作製した $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ 薄膜の面外XRDパターンを示す。全ての薄膜は単相のペロブスカイト構造であることが確認された。Figure 2に $\text{BiFe}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{O}_3$ 薄膜と、比較としてバルク $\text{BiFeO}_3$ および $\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$ の室温でのメスbauerスペクトルを示す。バルク試料の結果より、サイクロイドスピ構造を有する $\text{BiFeO}_3$ ではスペクトルは左右非対称であり、一方キャントしたコリニア構造を有する $\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$ では左右対称となることがわかる。 $\text{BiFe}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{O}_3$ 薄膜では左右対称となったことから、スピ構造はキャントしたコリニアなものであることが示唆される。当日は、逆格子マップを用いた詳細な結晶構造解析の結果と、SQUIDを用いた磁化測定、及び電気的特性の測定結果についても報告する予定である。

### 【参考文献】

- [1] T.Kimura *et al.*, *Nature*, **426**, 55 (2003)
- [2] I.Sosnowska *et al.*, *Inorg. Chem.*, **52**, 13269 (2013)
- [3] D.Sando *et al.*, *Nat. Mater.*, **28**, 641(2013)

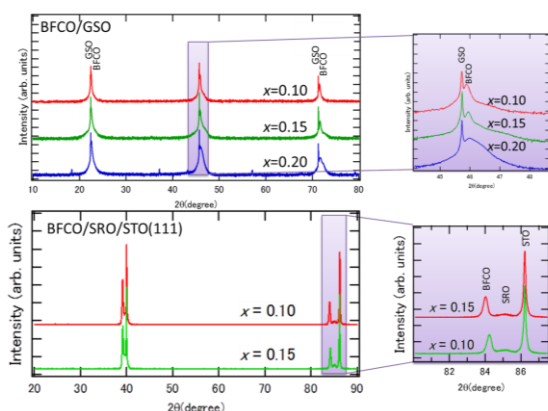


Figure 1. XRD patterns of  $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$  ( $x = 0.10, 0.15, 0.20$ ) thin films on  $\text{SrRuO}_3(110)/\text{DyScO}_3(110)$  and  $\text{GdScO}_3(110)$ .

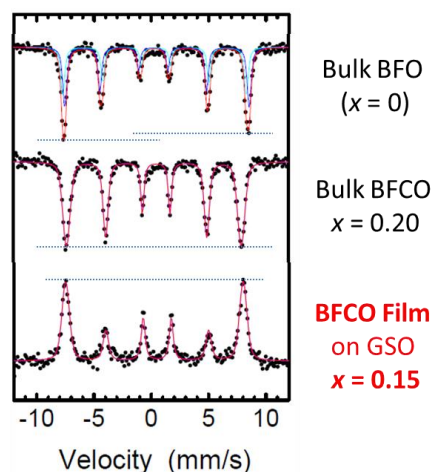


Figure 2.  $^{57}\text{Fe}$  Mössbauer spectra for bulk  $\text{BiFeO}_3$  (top), bulk  $\text{BiFe}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_3$  (middle) and  $\text{BiFe}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{O}_3$  thin film on GSO substrate (bottom).